



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R64:1988**

**Experimentbyggda  
värmepumpar i Sverige  
BFRs samordnade utvärdering**

IR/TL

**Bernt Bäckström  
Tomas Hallén**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plad	Ser

**Byggforskningsrådet**

R64:1988

EXPERIMENTBYGGDA VÄRMEPUMPAR I SVERIGE

BFR:s samordnade utvärdering

Bernt Bäckström  
Tomas Hallén

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
870291-4 från Statens råd för Byggnadsforskning  
till Energiprojekt T.H. AB, Göteborg.

## REFERAT

Statens råd för byggnadsforskning, BFR, har på olika sätt stött FoU-verksamhet inom värmepumpområdet. Bl a har bidrag och s k experimentbyggnadslån möjliggjort tillkomsten av ett betydande antal experiment- och demonstrationsanläggningar innehållande värmepumpar av olika typer och storlekar.

Till varje experimentbyggnadsprojekt har varit knutet ett mät- och utvärderingsprogram och resultat finns i regel rapporterade för var och en av de olika anläggningarna.

Byggnadsforskningsrådet har en stående arbetsgrupp, benämnd BFR:s Värmepumpgrupp, som biträder rådet i olika frågor inom värmepumpområdet. Gruppen har bl a som ett särskilt projekt genomfört en övergripande datainsamling och utvärdering gällande ett 50-tal experimentbyggnadsanläggningar.

Avsikten har varit att erhålla en översiktlig statusbild av experimentbyggnadsinsatserna på värmepumpområdet och skaffa underlag för jämförelser mellan olika projekt beträffande teknik, ekonomi, driftsäkerhet etc.

De ca 50 behandlade anläggningarna representerar en total investering på ca 200 MSEK och ger en ekvivalent oljereducering på ca 50 000 m<sup>3</sup>/år.

En "utsortering" har genomförts där anläggningar med mindre goda driftsresultat föreslås granskas närmare och eventuellt bli föremål för åtgärder.

I Byggnadsforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, obekvat paper.

R64:1988

ISBN 91-540-4918-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1988

## INNEHÅLL

sid

SAMMANFATTNING		2
1	INLEDNING	
2	INSAMLING, BEARBETNING OCH REDOVISNING AV DATA	8
2.1	UTELUFT	9
2.2	FRÅNLUFT (avlufth)	11
2.3	YTJORD	13
2.4	AKVIFER - GRUVA	15
2.5	BERG - DJUPJORD	17
2.6	AVLOPPSVATTEN	19
2.7	ISBANOR	21
2.8	YTVATTEN	23
2.9	GRUNDVATTEN	25
2.10	ÖVRIGA VÄRMEKÄLLOR	27
3	SAMMANFATTANDE KOMMENTARER	29
3.1	TEKNIK, ALLMÄNT	29
3.2	KÖLDMEDIER OCH LÄCKAGE	31
3.3	EKONOMI	32
4	FÖRSLAG TILL FORTSATT GRANSKNING AV VISSA ANLÄGGNINGAR	34
5	FoU-VÄRDE	36
5.1	GENOMFÖRD VERKSAMHET	36
5.2	FRAMTIDA FoU-INRIKTNING	37

## SAMMANFATTNING

Statens råd för byggnadsforskning, BFR, har på olika sätt stött FoU-verksamhet inom värmepumpområdet. Bl a har bidrag och s k experimentbyggnadslån möjliggjort tillkomsten av ett betydande antal experiment- och demonstrationsanläggningar innehållande värmepumpar av olika typer och storlekar.

Till varje experimentbyggnadsprojekt har varit knutet ett mät- och utvärderingsprogram och resultat finns i regel rapporterade för var och en av de olika anläggningarna.

Byggnadsforskningsrådet har en stående arbetsgrupp, benämnd BFR:s Värmepumpgrupp, som biträder rådet i olika frågor inom värmepumpområdet. Gruppen har bl a som ett särskilt projekt genomfört en övergripande datainsamling och utvärdering gällande ett 50-tal experimentbyggnadsanläggningar.

Avsikten har varit att erhålla en översiktlig statusbild av experimentbyggnadsinsatserna på värmepumpområdet och skaffa underlag för jämförelser mellan olika projekt beträffande teknik, ekonomi, driftsäkerhet etc.

De ca 50 behandlade anläggningarna representerar en total investering på ca 200 MSEK och ger en ekvivalent oljereducering på ca 50 000 m<sup>3</sup>/år.

Uppdelning enligt typ av värmekälla framgår av följande tabell:

<u>Värmekälla</u>	<u>Antal anläggningar, st</u>
- Uteluft	9
- Ytjord	7
- Frånluft	3
- Akvifer/Gruva	4
- Berg/Djupjord	3
- Avloppsvatten	5
- Isbanor	2
- Ytvatten	8
- Grundvatten	6
- Övriga	3
Summa:	50



Denna övergripande utvärdering har sammanfattningsvis givit följande resultat:

### **Tillgänglighet - driftstörningar**

Åtskilliga anläggningar synes ha krävt service och reparationer i väsentligt högre grad än man förutsett vid projekteringen. Förhållandevis få omfattande fel har rapporterats men uppträdande "småfel" innebär ofta en kraftig reducerad tillgänglighet. Detta kan speciellt iakttas för uteluftanläggningar där antalet ingående komponenter är påfallande stort.

Det är av yttersta vikt att tillgängligheten uppmärksammas. En sänkning av tillgängligheten från 5 000 till 4 000 fulleffekt-timmar motsvarar en värmefaktorsänkning från 3 till ca 2,2 d v s mängden "gratisvärme" minskar med 20 % om antingen utnyttningstiden vid värmefaktor 3,0 ändras från 5 000 till 4 000 h/år eller om värmefaktorn vid 5 000 h/år ändras från 3,0 till 2,15.

Av de undersökta anläggningarna har ca 1/3 en tillgänglighet som är lägre än 85 % under utvärderingsperioden och i flera fall är värdet endast ca 60 % vilket givetvis inte kan accepteras. Det måste dock framhållas att många av anläggningarna fungerar väl och ger goda resultat. Speciellt gäller detta avloppsvattenvärmepumparna, som också representerar merparten av "energiproduktionen" i de undersökta objekten.

Bullerproblem har rapporterats endast i några få fall. En anläggning är dock avstängd för närvarande p g a buller. Ljudalstring har uppenbarligen beaktats väl vid projekteringen vilket är mycket positivt.

### **Köldmedieläckage**

Miljökonsekvenser p g a CFC-mediernas påverkan på ozonskiktet har föranlett en intensiv debatt kring risker och läckageproblem med värmepumpar.

De tre vanligaste köldmedierna i värmepumpsammanhang är R12, R22 och R502 men också R500 förekommer. Av dessa har R12 särklassigt störst inverkan.

Dessvärre dominerar R12 stort bland de undersökta anläggningarna, vilket hänger samman med ofta förekommande krav på relativt höga värmebärartemperaturer.

Uppgifterna om köldmedieläckage i de undersökta anläggningarna är tämligen osäkra. Det framgår dock att huvudanledningen till utsläpp är att ingrepp görs i anläggningarna vid komponentbyten och liknande.

Axeltätningar vid "öppna" maskiner ger något läckage under drift.

Läckage från rörsystem och komponenter i övrigt har rapporterats endast från uteluftvärmepumpar med direktförångning.

Sammanfattningsvis kan sägas att utsläpp inte är ovanliga men mängderna är små.

## Ekonomi

Det är naturligt att vanliga lönsamhetsmått inte är helt relevanta för den typ av prototypverksamhet som här avses. Ett rimligt krav är dock att om inte lönsamheten kan visas för en anläggningstyp vid själva experimentet skall dock lönsamhet på sikt kunna nås eller att projektet är av en karaktär som innebär allmän kunskapsuppbyggnad inom teknikområdet. Det sistnämnda är givetvis svårt att lönsamhetskvantifiera både på kort och lång sikt.

Vissa tendenser kan skönjas vad gäller koppling mellan värmefaktor och värmekälla. Variationerna inom varje värmekälla är emellertid ofta stora och säkra slutsatser kan därför inte dras.

Värmefaktorernas betydelse skall inte heller övrdrivas.

Värmefaktorernas variationer med anläggningsstorleken är påfallande liten. Faktiskt har några säkra samband här inte kunnat påvisas. Storleksoberoendet kan förklaras med att mindre anläggningar visserligen normalt har något sämre effektivitet men de installeras där temperaturkraven är måttliga. Större anläggningar förekommer i fjärrvärmesystem och liknande där en värmebärar-temperatur på 60-70 °C ofta måste uppnås hela året.

Det rörliga värmepriset ger en spegling av värmefaktorn och pendlar i allmänhet mellan 120 och 150 SEK/MWh vid drivenergi-(el)-priset 300 SEK/MWh och en antagen servicekostnad motsvarande 10 % av drivenergikostnaden.

Pay-off-tiden varierar avsevärt mer mellan olika anläggningar. De oacceptabelt långa tiderna för många anläggningar sammanhänger delvis med experimentkaraktären som nämnts ovan. Vidare inverkar som sagt bristande tillgänglighet i högsta grad.

## FoU-värde

Vid introduktion av ny teknik finns alltid risker för fel och brister genom att konstruktörer, installatörer m fl inte besitter tillräcklig kunskap och erfarenhet. En marknadsintroduktion torde därför ha varit svår om inte ExoD-verksamheten banat väg genom dess demonstrationseffekt och möjlighet till minskade risker vid erfarenhetsuppbyggnaden.

De här aktuella anläggningarna utgör en provkarta på olika idéer och tekniska koncept av vilka en del visat sig positiva och andra mindre lyckosamma. Gemensamt är dock att de utgör en viktig länk till ännu effektivare och mer verklighetsanpassade lösningar. Det vore därför något felaktigt att betrakta dessa anläggningar som ens ett tvärsnitt av vad tekniken idag kan prestera.

En mycket viktig lärdom av experimentbyggnadsverksamheten är att



förutsättningarna för en anläggning skall analyseras omsorgsfullt och största möjliga enkelhet i uppbyggnaden skall eftersträvas.

I rapporten föreslås en fortsatt uppföljning av vissa anläggningar med syfte:

- dels att ge underlag för ombyggnadsåtgärder, som kan avsevärt förbättra driftsekonomin och därmed öka nyttan av de i anläggningarna gjorda investeringarna
- dels att tillvarata resultat och erfarenheter som kan vara av värde för den fortsatta teknikutvecklingen.

# 1 INLEDNING

BFR:s verksamhet inom värmepumpområdet har pågått sedan tekniken började visa sig ekonomiskt intressant i mitten av 1970-talet. Verksamheten innebär att utvecklingsstöd i olika former givits till en rad olika FoU-projekt från de första trevande försöken med små s k villavärmepumpar till uppförandet i experimentsyfte av stora värmepumpanläggningar med effekter upp till flera megawatt.

Varje s k experimentbyggnadsprojekt har följts upp med mätningar och utvärdering under en provperiod för att dokumentera driftresultat och ge erfarenheter för framtida tillämpningar. I huvudsak har genomförda mätningar och utvärderingar gällt relativt nya anläggningar varför eventuella långtidseffekter har varit svårare att upptäcka.

De olika anläggningarna har av naturliga skäl redovisats projektvis vilket normalt är tillfyllest men någon överblick av teknikområdet har inte kunnat erhållas.

BFR:s värmepumpgrupp har därför genomfört ett projekt omfattande en övergripande utvärdering och jämförelse av ett antal s k experimentbyggen. Data har insamlats från ca 50 anläggningar, både stora och små respektive nya och något äldre. Avsikten har varit att erhålla en översiktlig bild av resultaten och kunna jämföra olika lösningar med avseende på bl a typ av värmekälla, anläggningsstorlek etc.

Arbetet har bedrivits så att varje ansvarig för de olika experimentbyggnadsprojekten tillsänts ett frågeformulär där projekteringsdata och verkliga driftsresultat liksom vissa formalia efterfrågats. Dessa uppgifter har sedan använts för att på ett enhetligt sätt beräkna och bedöma karakteristiska såsom tillgänglighet, värmefaktor, täckningsgrad och ekonomi.

Projekten har bearbetats och redovisas uppdelade efter typ av värmekälla. Fördelningen framgår av tabellen nedan:

<u>Typ av värmekälla</u>	<u>Värmeproduktion GWh/år</u>	<u>Installerad kondensoreffekt MW</u>
- Uteluft	41,0	11,6
- Ytjord	4,7	2,3
- Frånluft	0,9	0,1
- Akviferer/Gruva	10,0	5,0
- Berg	1,0	0,5
- Avloppsvatten	244,0	46,0
- Isbanor	9,0	2,0
- Ytvatten	75,0	17,5
- Grundvatten	12,0	3,5
- Övriga	39,5	7,5
	<u>437</u>	<u>96,0</u>

De 50 anläggningarna representerar drygt 200 MSEK i total investering och ger årligen en ekvivalent oljereducering av storleksordningen 50 000 m<sup>3</sup>/år.

Såsom framgår av tabellen dominerar gruppen "avloppsvatten", som svarar för mer än hälften av den sammanlagda värmeproduktionen. Detta beror på att i gruppen ingår en stor anläggning på nominellt 3 x 13 MW med en beräknad värmeproduktion på över 200 MWh/år.

## 2 INSAMLING, BEARBETNING OCH REDOVISNING AV DATA

Varje ansvarig för de olika experimentbyggnadsprojekten har tillsänts frågeformulär för insamling av erhållna driftsresultat m m. Utöver formalia har efterfrågats projekterade respektive uppmätta prestanda, allmänna driftserfarenheter, eventuella köldmedieläckage, behov av injusteringsåtgärder etc.

Projekterade och uppmätta prestanda samt investering för de olika anläggningarna har sammanställts i tabeller - en för varje typ av värmekälla - tillsammans med vissa beräknade tekniska och ekonomiska värden.

Ekonomiska resultat redovisas:

- dels som s k pay-off-tid i år
- dels som kostnad för producerat värme i SEK/MWh.

Pay-off-tiden är beräknad som:

$$\text{kvoten} = \frac{\text{investering i SEK}}{\text{brutto driftvinst i SEK/år.}}$$

Investeringarna är uppräknade till 1986 års prisnivå och med "brutto driftvinst" menas producerat värme å 250 kr/MWh - förbrukad elenergi å 300 kr/MWh. Driftintäkterna har inte reducerats med kostnaderna för personal och löpande underhåll.

Vid beräkning av den rörliga kostnaden för producerat värme (SEK/MWh exklusive kapital) har drift- och underhållskostnaderna schablonmässigt antagits utgöra 10 % av eldriftkostnaden.

För att karaktärisera anläggningarnas tillgänglighet har följande två s k tillgänglighetstal beräknats:

$$\text{tillgänglighetstal 1} = \frac{\text{verklig värmeproduktion}}{\text{enhetligt beräknad värmeproduktion}}$$

$$\text{tillgänglighetstal 2} = \frac{\text{verklig värmeproduktion}}{\text{av resp. projektör beräknad värmeproduktion.}}$$

De två tillgänglighetstalen avviker ofta från varandra för en och samma anläggning. Detta kan dels bero på att beräknad ursprunglig värmeförbrukning inte överensstämmer med den verkliga dels på att vissa begränsande faktorer, såsom höga temperaturbehov, ej har beaktats vid beräkning av tillgänglighetstal 1.

Det finns anledning att påpeka projektens experimentkaraktär och den därav följande relativt höga investeringsnivån. De kommersiella anläggningar, som idag finns tillgängliga till lägre priser, kan emellertid sägas vara en fortsättning på den forsknings- och utvecklingsverksamhet som bl a BFR bedrivit och bedriver.

För varje anläggning har beräknats vilken energiproduktion som borde vara möjlig med hänsyn till uppmätt totalt energibehov och anläggningens effektavgivning. Dock har hänsyn inte därvid kunnat tas till eventuellt förekommande temperaturbegränsningar eller liknande faktorer med undantag av värmekällan uteluft där anläggningarna antagits ej vara i drift vid utetemperaturer under -15 °C.

## 2.1 UTELUFT

Uteluft som värmekälla har den överlägsna fördelen att vara tillgänglig överallt och är ofta den enda praktiskt möjliga värmekällan. Mer komplicerad styrning, avfrostning och varierande driftsförhållanden ställer dock höga krav på konstruktion och materiel. Vid genomgång av driftsjournaler framgår att avfrostningsfunktioner med dess erforderliga komponenter utgör vanliga felkällor.

Som framgår ur tabellen nedan är tillgängligheten med några undantag låg för denna anläggningstyp. Under de två senaste åren har klimatförhållandena varit ogynnsamma med ibland extremt låga utetemperaturer. Detta drabbar uteluftanläggningar särskilt hårt eftersom de dels presterar lägre värmefaktorer och effekter, dels står helt avstängda under "köldknäppar". Klimatförhållandena är dock endast en bidragande orsak till de låga siffror, som redovisas här. Betydligt allvarigare är att en mängd småfel i anläggningarna begränsar driften.

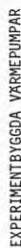
Det bör beaktas att enkla, okomplicerade lösningar synes ge väsentligt bättre resultat än mera sofistikerade trots de teoretiska vinster man medvetet avstår från genom valet av den enklare lösningen. Detta resonemang kan säkert gälla också alla andra anläggningstyper men är särskilt uttalat för ute-luftvärmepumpar.

Värmefaktorerna varierar något men uppgår genomsnittligt till ca 2,2. De kalla vintrarna under de senaste åren har sannolikt inverkat negativt på de här redovisade resultaten.

Det är troligt att årsvärmefaktorn under ett normalår kan bli ca 2,3 som genomsnittsvärde för de aktuella anläggningarna. Detta får anses som fullt acceptabelt och visar också att uteluft som värmekälla även i svenskt klimat står sig väl i jämförelse med andra mer svårtillgängliga värmekällor.

Den beräknade pay-off-tiden är genomgående alltför lång och närmar sig endast i undantagsfall vad som kan anses vara acceptabelt. Skälet härtill är relativt hög anläggningskostnad i kombination med otillfredsställande driftsresultat. I övrigt hänvisas till allmänna kommentarer längre fram i denna rapport.





Värmekälla: UTELUF

Värmekälla: UTELUF

10

## 2.2 FRÄNLUFT (avluft)

I undersökningen ingår endast 4 st anläggningar trots att BFR medverkat vid tillkomsten av betydligt fler sådana. Emellertid är flera av dessa utförda redan under 70-talet och ofta med systemlösningar som inte längre är aktuella, varför de ej medtagits här.

Tillgängligheten hos de här redovisade anläggningarna synes vara acceptabel och rapporterade driftstörningar är få.

I allmänhet har systemen dimensionerats så att avluften kylv 8-10 K vilket ger måttlig effekt- och energitäckning men årsvärmefaktorer av storleksordningen 3,0.

Eftersom avluftflödet för ett visst objekt är givet av annat än hänsyn till värmepumpens dimensionering innebär olika stora effektuttag olika temperatursänkning av luften. Med ökat effektuttag ökar energitäckningsgraden och specifika anläggningskostnaden medan årsvärmefaktorn sjunker.

Under senare tid har system prövats där temperatursänkningen uppgår till 15-25 K och energitäckningsgraden till 70-80 %. Värdet av ökat energiutbyte skall då överväga inverkan av sänkt värmefaktor. Vad som skall anses vara acceptabel värmefaktor måste därför i fränluftsammanhang bedömas med hänsyn till erhållen energitäckningsgrad.

Den större temperatursänkningen ställer också oftast krav på avfrostningsåtgärder vilka kräver särskild omsorg och intrimningsarbete enligt vad som rapporterats.

De redovisade anläggningarna har värmefaktorer från 2,4 till 3,6 vilket ganska väl torde spegla vad som sagts ovan.

Fränluft som värmekälla bedöms bli, och är de facto redan, mycket vanlig vid nybyggnad av såväl villor som flerbostadshus. Även ombyggnadsobjekt har försetts med fränluftsvärmepumpar i relativt stor omfattning och värmekällan kan inom bostadshussektorn förväntas inta en dominerande ställning framöver.

Av de få projekten, som här medtagits, visar endast ett acceptabel ekonomi men detta förhållande torde inte vara typiskt för s k fränluftsvärmepumpar. Ekonomin för "kommersiella" anläggningar är vanligtvis god.



EXPERIMENTBYGGDA VARMEPUMPAR

Värmekälla: FÖRANLUFT

[illegible]

## 2.3 YTJORD

Mindre anläggningar med ytjord som värmekälla utgör ofta heltäckande system. Lönsamhetsmått i tabellen tar dock inte hänsyn till att en alternativkostnad borde minska den jämförbara investeringen.

För två av de här redovisade anläggningarna har driftsdata inte kunnat erhållas. I ett fall har meddelats att ombyggnad pågår och för den andra visar serviceraapporter att åtskilliga problem uppstått. Liksom övriga anläggningar med alltför låg tillgänglighet kommer dessa två att föreslås till särskild undersökning och eventuell ombyggnad.

Värmefaktorerna varierar med ett genomsnitt kring 2,2 vilket är något lägre än vad som normalt bör kunna uppnås för denna anläggningstyp.

Lönsamheten uttryckt i pay-off-tid är genomgående oacceptabel.





## 2.4 AKVIFER - GRUVA

Varje objekt med denna värmekälla har högst olika förutsättningar. Emellertid torde möjligheterna till god värmefaktor i allmänhet vara gynnsamma. Det geografiska läget innebär en avsevärd begränsning och gör att potentialen för denna anläggningstyp blir mycket låg.

De redovisade anläggningarna har värmefaktorer från 4,5 till 1,6 där det senare värdet idag uppges vara 2,6 efter vidtagna åtgärder. Vidare rapporteras åtskilliga fel från denna anläggning men man anser att dessa fortsättningsvis kan kraftigt reduceras.

Från anläggningen i Norberg rapporteras få fel på själva värmepumpen men man har haft besvär med grus i förångarväxlaren, problem med styrutrustningen för oljepannorna och injustering av sekundärsystemen m m.

Beträffande tillgängligheten för denna anläggning påpekades att den redovisade mätperioden innefattar en 2-månadersperiod med stillestånd vilket beräkningsmässigt korrigerats. Värden för en längre sammanhängande driftsperiod saknas.

Ekonomi är för en anläggning, Falun, är mycket god medan den för övriga anläggningar är otillfredsställande.

16

## 2.5      BERG - DJUPJORD

Endast en s k bergvärmepump finns redovisad (Järfälla). Denna är utförd med 8 smala slangar i borrhål vilken senare fyllts med fin sand kring rören för att förbättra värmeövergången. Viss återladdning sker med spillvärme från "plastmaskiner".

Läckage rapporteras ha skett från en slang vilken har reparerats och andra åtgärder har ej behövt vidtas under åren 1985-86.

Den måttliga värmefaktorn, 2,2, uppges kunna bli högre med modernare värmepump (den befintlig installerad år 1982) och användande av saltbaserad köldbärare som kräver mindre pumparbete.

De två djupjordprojekten har båda solkollektorer för återladdning.

Kungsbacka-anläggningen har dieselmotordrivna kompressorer med återvinning av värme ur motorernas kylvatten och avgaser.

Anläggningen i Kullavik har gått helt utan problem. Enkelhet i utförandet uppges som skäl härför. Från Kungsbackaprojektet rapporteras två kompressorhaverier, läckageproblem i solfångare samt störningar i bränsletillförseln. Samtliga fel har åtgärdats.

Värmefaktorn för dieselanläggningen i Kungsbacka är mycket god, 3,7 (axel), medan 2,4 för elvärmepumpen är något lågt med hänsyn till den relativt kraftiga återladdningen.

Det ekonomiska resultatet är inte i något fall acceptabelt.



proportion

## 2.6 AVLOPPSVATTEN

Under några år byggdes åtskilliga värmepumpar med renat avloppsvatten som värmekälla. Anläggningarna uppfördes ofta i kommunal regi och för värmeleverans till befintliga fjärrvärmenät. Många orter där de geografiska avstånden mellan reningsverk och fjärrvärmenät varit måttliga har alltså denna värmekälla redan utnyttjats. Potentialen för ytterligare avloppsvärmepumpar måste därför betraktas som måttlig.

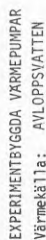
De fem anläggningarna som här redovisas har alla mycket god tillgänglighet och 4 av de 5 har också bra eller åtminstone acceptabla värmefaktorer. Värmepumpen i Falun uppvisar dock endast 2,1 i värmefaktor och några kommentarer till detta har inte inkommit. Emellertid är redovisad utgående temperatur högst för denna anläggning vilket något kan förklara det relativt låga värdet.

Det rapporteras få felaktigheter för anläggningarna vilket ju också indikeras av resultaten. Vid en anläggning uppges problem med försmutsning men regelbunden rensning 4 ggr/år har löst detta. I övrigt rapporteras några mindre fel från denna anläggning medan det från övriga uppges endast något enstaka eller inga fel alls.

Driftsresultaten från dessa anläggningar bekräftar att avloppsvatten är en mycket attraktiv värmekälla.

Ekonomi är också, med ett undantag god för de redovisade anläggningarna. Som ovan nämnts är dock potentialen för fortsatt utbyggnad tämligen begränsad.



20

## 2.7 ISBANOR

Ruddalens isbaneanläggning i Göteborg omfattar en skrinbarbana och en bandybana med en sammanlagd isyta på ca 12 000 m<sup>2</sup>.

Vid ombyggnad från direktförångning av ammoniak till köldbärare i banrören kompletterades kylmaskineriet med en skruvkompressor för R12. Denna har sin förångare kopplad direkt till köldbärarsystemet och kan därför användas som kylmaskin både med och utan ammoniakmaskinerna i drift. En ytterligare fördel är att de stora bantorna, under sommaren används som sol/mark-kollektor och medger värmepumpning även under sommarhalvåret.

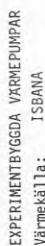
Skruvkompressorn lämnar värme till en närbelägen panncentral, som försörjer ett större bostadsområde. Värmeunderlaget är sådant att värmepumpen även sommartid har lång drifttid.

Tillgängligheten är tämligen god delvis p g a få fel och delvis p g a att egen driftspersonal finns tillgänglig och snabbt avhjälpas uppkomna felaktigheter.

Anläggningen i Södertälje är utförd som värmepump för kondensorvärmeåtervinning från isbanans kylmaskiner. Detta innebär att det endast vid isbanedrift finns värme att hämta. Alternativt kan ismaskiner och värmepump köras även sommartid som tvåstegsvärmepump. Den relativt långa gångtiden per år tyder på att det senare alternativet gäller.

Servicebehov m m har inte redovisats för anläggningen i Södertälje.

I ännu högre grad än för avloppsvatten gäller att isbanevärme har begränsad potential och varje eventuellt projekt måste bedömas med hänsyn till dess lokala förutsättningar bl a närheten till en attraktiv värmeavvärmare. De två redovisade anläggningarna visar dock att goda resultat kan nås om förutsättningarna är de rätta.

[illegible]

## 2.8 YTVATTEN

Sjö- och havsvatten utgör värmekällor som förekommer relativt rikligt i vårt land. Emellertid är avstånd mellan presumtiva nyttjare och värmekällor en mycket begränsande faktor p g a kostnader för ledningar.

Ytvattenanläggningar utförs ofta med ett slangsystem på sjöbotten som värmekollektor. Systemet liknar ytjordsystem och de redovisade anläggningarna har också värmefaktorer i samma nivå som dessa. Till skillnad från ytjordvärme utförs ytvattensystem ibland mycket stora eftersom problem med disponering av mark inte föreligger. Värmekällan kan också nyttjas utan slangkollektor genom att vatten pumpas via växlare/förångare och detta utförande finns också representerat i det behandlade materialet.

De undersökta anläggningarna har, med ett undantag, god tillgänglighet. Värmepumpen i Motala rapporteras ha haft driftstörningar p g a korrosionsangrepp och kompressorhaveri. Vidare uppges att den låga värmefaktorn beror av alltför höga returtemperaturer, problem med dellastkörning och samkörningsautomatik.

Anläggningen i Pajala, som inte är BFR-finansierad, har ej varit i drift sedan 1984 p g a skadad kollektor.

Från Åre rapporteras låg värmefaktor p g a låga sjövattemperaturer och hög returtemperatur. Diskussion pågår mellan beställare och entreprenör angående eventuella åtgärder för att också öka effekten.

Driftsjournalen för anläggningen i Torsång visar att en mängd småfel förekommer men driftspersonalen vidtar dock snabbt åtgärder och resultaten är också relativt goda.

Några anläggningar har haft driftstörningar p g a försmutsning av växlare vilket föranlett regelbunden rensning.

Ekonomi kan bedömas som någorlunda acceptabel.



EXPERIMENTBYGGDA VÄRMEPUMPAR  
Värmekällor: YTVATTEN

Ort	Visby	Motala	Äre	Torsång	Ekerö	Strömsborg Stockholm	Kaunisjoensuu Patala	Gullspång
Anläggningen startad	-83	-85	-84	-81	-81	-84	-82 *	-82
Ärsvärmebehov före installation av VP	150000 MWh	3400 m <sup>3</sup> Eo4 28900 MWh	1250 m <sup>3</sup> Eo1	400 m <sup>3</sup> Eo4 3200 MWh	70 m <sup>3</sup> Eo1	650 MWh	?	?
Kompressor typ								
Köldmedium	R12	R12	R12	R12	R12	R12	R12	R502
Köldbärare	havsvatten + 40 % avloppsv	Cac1 16 %	Cac1 18 %	sjövatten	brinol	glykol 30 %	glykol 25 %	sjövatten
Nominell värmepump-effekt i kW	10700	4500	2 x 650	750	75	100	27	24
Temp. värmekälla/värme- sänka, °C	7/70	-2/75	+5/+70	3/60	0/45	0-12/55	0/50	12/50
Nominell drivmotor- effekt i kW	3700	1700	2 x 355	314	27	35	9	6,6
Elektrobehov för hjälpmaskiner, kW	40	160	55	74	--	5	1,6	2,2
Värmevärmefaktor	rad + vv	rad + vv	rad + vv	rad + vv	rad + vv	?	rad	rad + vv
Tillsatsvärme, typ	e1 + Eo	Eo	e1 + Eo	e1, Eo1	e1 + Eo1	Eo1	e1, Eo1	e1
VP-drift, h/år	=4500	=3500	=4900	=4600	=4500	=400	3200	
VP-värme, MWh/år	48036	* 16000	6360	3500	365	398	81	128
Drivenergi, MWh/år	20737	7500	3180	1500	150	179	28	58
Ärsvärme	2,3	2,1	2,0	2,3	2,5	2,2	2,9	2,2
Tillsatsvärme, m <sup>3</sup> /år	18982	12900	Eo: 110 e1: 4327	340	154	14,5 Eo1	0	15,6
Anläggningskostnad, MSEK	28	20	7,6	2,8	0,51	0,8	?	?
Lösemet pay-off i år	6,0	12,1	13,6	9,8	16,3	19,9		
SEK/MWh exkl kapital	130	155	165	141	136	148	114	149
Tillgänglighetstal 1, %	80	65	96	99	84	83	100	99
Tillgänglighetstal 2, %	--	75	--	176	106	--	--	--
Övrigt	* stämmer ej						* ej BFR län	



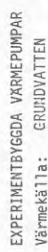
## 2.9 GRUNDVATTEN

Tillgängligheten hos de undersökta anläggningarna är god och värmefaktorerna acceptabla. Den högsta värmefaktorn, 2,9 i Jönköping, beror av att man här endast förvärmer varmvatten vid måttlig temperaturnivå.

Mindre serviceåtgärder rapporteras såsom rensning av vattenfilter och dylikt. I övrigt synes servicebehovet vara lågt vilket ju också framgår ur tillgänglighetsvärdena. Speciella problem är metallutfällningar som kräver särskilda rengöringsmetoder av växlarytor m m.

Grundvatten kan antingen pumpas direkt genom förångaren eller värmväxlas i en mellankrets. Båda typerna finns representerade i materialet och det borde kunna förväntas att värmefaktorerna för de direkta systemen skulle vara högst. Resultaten indikerar dock inte detta vilket dels kan förklaras av säkrare drift med mellankrets dels av det ur statistisk synpunkt ringa antalet anläggningar.

Det kan särskilt observeras att lönsamheten för anläggningarna genomgående är tämligen god.

26

## 2.10 ÖVRIGA VÄRMEKÄLLOR

Under denna rubrik finns 3 projekt redovisade och från ytterligare ett har meddelats att projektledningen föreslagit avveckling.

Absorptionsanläggningen i Trollhättan har länge haft goda driftsresultat och felaktigheterna har varit få. Efter det att de redovisade resultaten inkommit har dock meddelats att anläggningen tagits ur drift p g a allvarliga komplikationer. Från den andra efterfrågade absorptionsanläggningen, belägen i Ystad, har endast meddelats att avveckling föreslås.

I Nohlagabadet i Alingsås har installerats en värmepump där frånluft och uteluft utnyttjas som värmekälla. Anläggningen har fungerat helt utan driftsavbrott men mindre justeringsarbeten utförs av personal på plats. Onödigt höga returtemperaturer och dåligt utnyttjande av ackumulatorer rapporteras dock och kan förklara det relativt låga tillgänglighetstalet.

Anläggningen i Skövde omfattar värmepump, solfångare, uteluftkollektorer och bassänglager d v s ett tämligen komplicerat system. De mycket låga tillgänglighetstalen för denna anläggning uppges bero av att den utomhusbassäng, som planerats som värmelager ej fungerat vad gäller den för ändamålet nödvändiga övertäckningsutrustningen.

I övrigt rapporteras att värmepumpen fungerat väl men att två elmotorer fått bytas ut. Den mycket höga värmefaktorn kan bero av att viss del direkt solvärme ingår i beräkningen.



EXPERIMENTBYGGDA VÄRMEPUMPAR  
Värme källa: ÖVPIGA

Ort	Trollhättan	Ystad	Alingsås	Skövde					
Anläggningen startad	-84		våren -84	-80					
Ärsvärmebehov före installation av VP	fjärrvärme		2500 MWh	4000 MWh					
Kompressor typ	absorption	absorption	kolvkompr						
Köldmedium	LiBr-vatten		R12	R22					
Köldbärare	vatten		--	direktexp + glykol					
Nominal värme pumpeffekt i kW	7000		127	340					
Temp. värmekälla/värme-sänka °C	35/50 / 57/75		20/58	0/45					
Nominal drivmotor-effekt i kW	4200		43	150					
Elbehov för hjälpmaskiner, kW	--		?	--					
Värme sänka, typ	fjärrvärme		rad + vv	rad, vv, bassäng					
Tillsatsvärme, typ	E05, avfall		E01	E0					
VP-drift, h/år	8500		?	3600					
VP-värme, MWh/år	37952		550	985					
Drivenergi, MWh/år	23940		231	250					
Ärsvärmefaktor	1,6		2,4	3,9					
Tillsatsvärme, MWh/år	?		1450	2560					
Anläggningskostnad, MSEK	5		0,47	1,7					
Lönsamhet pay-off i år			7,8	16,5					
SEK/MWh exkl kapital	--		137	84					
Tillgänglighetstal 1, %	?		68	40					
Tillgänglighetstal 2, %	--		--	65					
Övrigt									
Värme källa	spillvärme		uteluft/från-luft	uteluft, sol					

### 3 SAMMANFATTANDE KOMMENTARER

#### 3.1 TEKNIK, ALLMÄNT

Åtskilliga anläggningar synes ha krävt service och reparationer i väsentligt högre grad än man förutsett vid projektering. Förhållandevis få omfattande fel rapporteras men mängder av småfel resulterar ofta i kraftigt reducerad tillgänglighet. Detta kan speciellt iakttas när det gäller uteluftanläggningar där antalet småkomponenter för fläktar och avfrostningautomatik är stort.

Kunskapen kring värmepumpsteknik kan sägas vara relativt god hos många projektörer och anläggningarna har oftast konstruktionsmässigt förutsättningar att fungera väl. Vid en undersökning av den typ som här redovisas, där långtidseffekter kan studeras, framgår dock att systemen är mycket sårbara. De två viktigaste faktorerna härvidlag är dels sättet att ofta bygga upp system med mängder av komponenter dels att nära nog samtliga dessa, utgör förutsättningar för maskinernas drift. Utöver att enkelhet generellt bör eftersträvas måste därför systemen byggas så att varje enskild delkomponent inte är avgörande för den totala funktionen.

Detta är kanske lättare sagt än gjort men enkla åtgärder såsom uppdelning av aggregat med separata eller alternerande vattenpumpar kan t ex i allmänhet tillämpas utom möjligen för de allra minsta anläggningarna.

Vidare finns möjligheter att bygga styr- och reglerenheter och dylikt på sådant sätt att enstaka reläfunktioner och liknande inte utgör ovillkorliga krav för drift. Det måste dock tilläggas att många anläggningar i undersökningen fungerar ganska väl och ger goda resultat. Speciellt gäller detta avloppsvattenvärmepumparna som också representerar merparten av "energiproduktionen" i de undersökta objekten. Även dessa uppvisar diverse småfel men anläggningarnas placering i anslutning till reningsverk innebär att personal på platsen snabbt åtgärdar uppkomna fel. Det är för övrigt genomgående så att då kunnig och intresserad personal finns på plats, antingen beroende på att anläggningsstorleken motiverar det eller att placeringen är sådan att personal finns tillgänglig på en annan verksamhet, där åtgärdas småfel snabbt och driftsresultaten blir därför genomgående bättre.

Värmefaktorernas variationer med avseende på olika värmekällor respektive stora och små anläggningar är påfallande liten. Faktiskt synes inte några säkra samband kunna påvisas. Vad gäller storleksberoendet kan detta förklaras med att mindre anläggningar visserligen har något sämre effektivitet men de installeras där temperaturkraven är måttliga. Större anläggningar förekommer i fjärrvärmesystem och liknande där 60-70 °C ofta måste uppnås hela året.

Vissa tendenser kan skönjas vad gäller koppling mellan värmefaktor och värmekälla. Variationerna inom varje värmekälla är emellertid ofta stora och säkra slutsatser kan därför inte dras.

Värmefaktorernas betydelse skall inte heller överdrivas. En ändring av årsvärmefaktorn på någon eller några tiondelar har mycket liten inverkan i jämförelse med ändrad tillgänglighet.

Bullerproblem har endast rapporterats i få fall. En anläggning är dock avstängd för närvarande p g a buller. Ljudalstring har uppenbarligen beaktats väl vid projektering vilket är mycket positivt. Buller är annars ett icke ovanligt problem i kommersiella anläggningar och åtgärder i efterhand blir många gånger mycket kostsamma.



### 3.2 KÖLDMEDIER OCH LÄCKAGE

Miljökonsekvenser p g a CFC-mediernas påverkan på ozonskiktet har föranlett en intensiv debatt kring risker och läckageproblem vid värmepumpar. Olika köldmedier ger dock mycket varierande effekter och för närvarande diskuteras åtgärder för att genom avgifter styra användningen till mindre skadliga medier.

De tre vanligaste köldmedierna i värmepumpsammanhang är R12, R22 och R502 men också R500 förekommer. Av dessa anses R12 ha särklassigt störst inverkan på ozonskiktet. Dessvärre dominerar R12 stort bland de undersökta anläggningarna, liksom vid kommersiella sådana. Vid många anläggningar fordras att relativt höga temperaturer kan uppnås, ofta ca 70 °C, vilket kräver att R12 nyttjas om utrustning av idag konventionell tryckklass skall kunna väljas. Speciellt gäller detta större maskiner som installerats i blockcentraler och liknande anläggningar där relativt höga värmebäraretemperaturer krävs oberoende av årstid.

R22 och R502 kan användas för att producera vatten kring 55 °C vilket normalt medger värmepumpdrift 8000 h eller mer per år om radiator- och tappvarmvatten produceras direkt och inte distribueras via kulvertsystem och s k abonnent - eller undercentraler. Fördelar kan vinnas genom att mindre värmepumpenheter installeras i eller i anslutning till undercentralerna. Alternativt kan större, centralt placerade värmepumpar användas med t ex R22 om åtgärder vidtas i undercentralerna för att sänka distributionstemperaturerna.

Uppgifter om köldmedieläckage hos de undersökta anläggningarna är mycket osäkra och i flera fall har tillförlitliga uppgifter inte kunnat lämnas. Det framgår dock att huvudanledningen till utsläpp är att ingrepp görs i anläggningarna vid komponentbyten och reparationer. Vikten av att ha avstängningsmöjligheter kring olika delar i köldmediesystemet är således uppenbar. Vidare utgör säkerhetsventilerna en läckagerisk, som dock kan minimeras genom tekniska åtgärder av olika slag.

Erfarenhetsmässigt kan också nämnas att axeltätningar - s k packboxar - vid "öppna" maskiner normalt ger något läckage men några enkla åtgärder mot detta finns för närvarande inte.

Läckage från rörsystem och komponenter i övrigt rapporterar endast från uteluftvärmepumpar med direktförångning. Här är det bristfälliga lödskarvar och flänsanslutningar som ej klarar att hålla tätt.

Sammanfattningsvis kan sägas att av denna undersökning att döma är köldmedieutsläpp inte ovanliga men mängderna är oftast relativt små. Det finns också anledning att i sammanhanget påpeka de positiva miljöeffekter som värmepumparna medför genom, att utsläppen av svavel-, NO<sub>x</sub>, stoft, tungmetaller m m reduceras i den mån som eldrivna värmepumpar minskar förbränningen av exempelvis olja och kol, under förutsättning att elenergin kommer från vatten- eller kärnkraftverk.

### 3.3 EKONOMI

För de anläggningar, som ingår i denna övergripande utvärdering, har sk experimentbyggnadslån erhållits från Byggforskningsrådet. Det är naturligt att vanliga lönsamhetsmått inte är helt relevanta för ifrågavarande slag av experiment-, prototyp- eller demonstrationsverksamhet. Ett rimligt krav i sammanhanget är dock att om inte lönsamhet kan visas för en anläggningstyp vid själva experimentet skall acceptabel lönsamhet kunna nås på sikt eller att projektet är av en karaktär som innebär en allmänt kunskapshöjande effekt. Det sistnämnda är givetvis svårt att lönsamhetskvantifiera både på kort och lång sikt. Det får dock inte glömmas bort att det är väsentligt billigare att göra eventuella misstag i enstaka experimentanläggningar än att dessa upprepas i ett flertal andra fall.

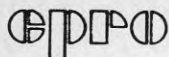
Där underlaget har varit tillräckligt har ändå varje projekt bedömts med hjälp av beräkning dels av pay-off-tiden, dels rörligt värmepris utan hänsyn till investering men inklusive en schablonmässigt uppskattad servicekostnad. Det rörliga värmepriset blir då en spegling av värmefaktorn och pendlar i allmänhet mellan 120 och 150 SEK/MWh vid ett drivenergi-(el)pris av 300 SEK/MWh. I det rörliga värmepriset ingår en servicekostnad beräknad som 10 % tillägg till drivenergipriset.

Pay-off-tiderna varierar avsevärt mer mellan olika anläggningar. De mycket långa tiderna för många anläggningar torde delvis bero av experimentkaraktären som nämnts ovan. Vidare inverkar tillgängligheten i högsta grad och ger ytterligare "påspädning". En projekterad pay-off-tid av fem år ökar till över åtta år vid 60 %-ig tillgänglighet. Vid beräkning av pay-off-tider har ersatt oljeverme antagits kosta 250 SEK/MWh. Lönsamheten för värmepumpar har kraftigt försämrats vid oljeersättning till följd av sänkta oljepriser och försäljningen har därför minskat dramatiskt de senaste åren. Den oklara och dynamiska energimarknaden inverkar också negativt på villigheten att investera i framtida (osäkra?) vinster. Acceptabel lönsamhet kan dock fortfarande uppnås vid många tillämpningar, t ex för frånluftsanläggningar. De positiva miljöeffekterna borde också beaktas på ett helt annat sätt än hittills men ingen synes vara beredd att ekonomiskt värdera dessa för närvarande.

I diagrammet på följande sida har gjorts ett försök att visa specifika anläggningskostnaden i SEK/kW värme som funktion av anläggningsstorleken uttryckt i nominell värmepumpeffekt i kW. Som synes är spridningen mycket stor trots att de mest extrema fallen utelämnats.

För anläggningar omkring 100 kW varierar anläggningskostnaden från 3 000 till 9 000 SEK/kW och för anläggningar på 2 å 3 MW är den ca 2 500-5 500 SEK/kW.

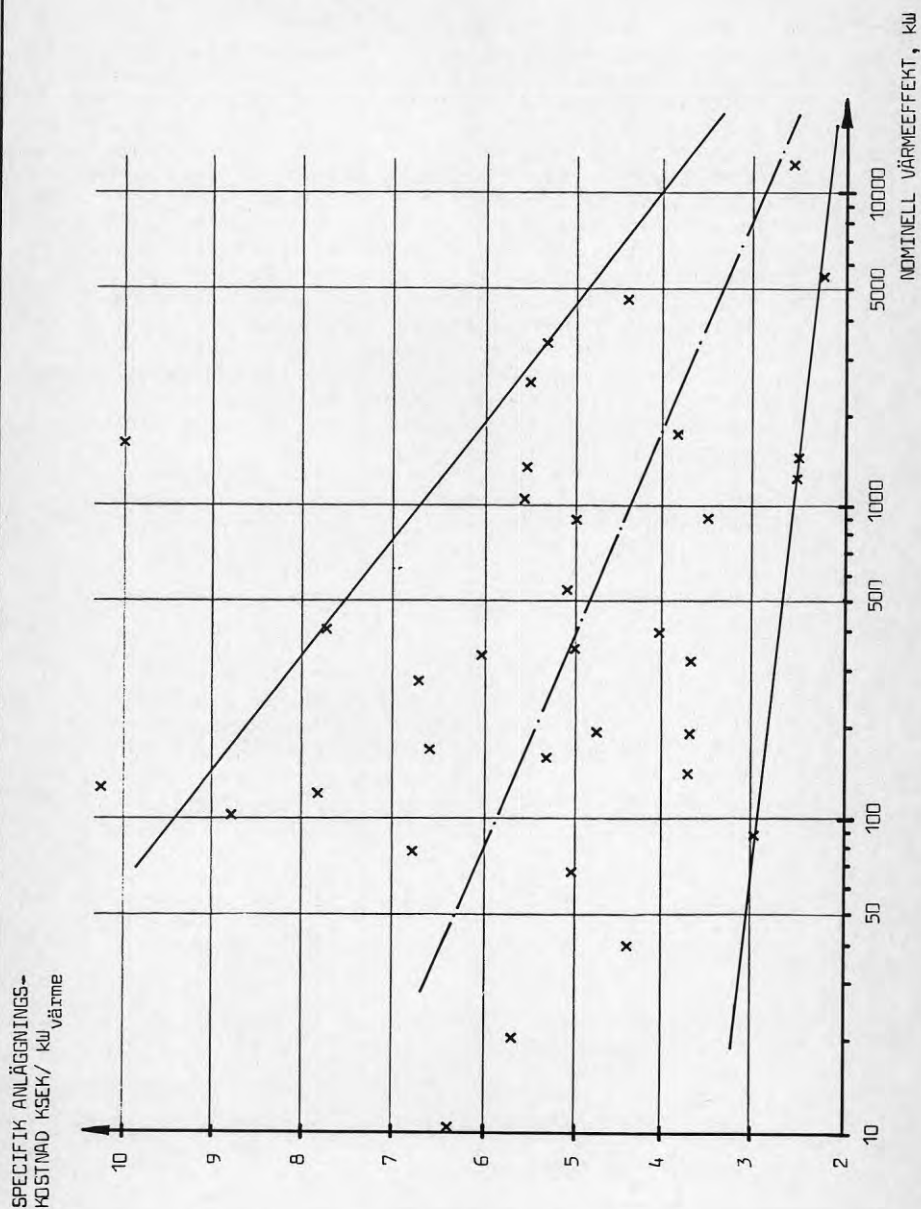
Tendensen att specifika anläggningskostnaden stiger med minskande anläggningsstorlek som möjligen kan spåras i diagrammet bekräftas inte av uppgifter från anläggningar som byggts på kommersiella villkor annat än för de mycket stora avloppsvattenvärmepumparna.


**ENERGIPROJEKT AB**

SKÅNEGATAN 37 S-412 51 GÖTEBORG Tel: 031-20 04 55

 SPECIFIK ANLÄGGNINGSKOSTNAD  
 SOM FUNKTION AV NOMINELL  
 VÄRMEEFFEKT

880125



# FÖRSLAG TILL FORTSATT GRANSKNING AV VISSA ANLÄGGNINGAR

De här granskade och presenterade projekten uppvisar mycket varierande resultat. Många fungerar väl och kan tjäna som exempel på vad tekniken kan åstadkomma vad gäller såväl prestanda som driftsäkerhet. Emellertid finns också exempel där störningar av olika skäl uppstått och resultaten framstår då som mindre goda. Om dessa installationer framgent skall fungera som demonstrationsanläggningar och utgöra exempel på vad BFR vill visa beträffande teknikens framtida möjligheter så bör vissa åtgärder vidtagas.

Det är av stor vikt att den verkliga drifttillgängligheten uppmärksammas och att system utformas med hänsyn härtill. Det har ofta eftersträövats att genom sofistikerade lösningar höja värmefaktorerna några tiondelar, vilket i och för sig kanske är positivt men detta får inte ske på bekostnad av sänkt drifttillgänglighet. Exempelvis har en sänkning av tillgängligheten från 5 000 till 4 000 fulleffekttimmar samma inverkan på driftresultatet som en sänkning av värmefaktorn från 3,0 till 2,2.

Det synes rimligt att anläggningar med tillgänglighetstal under 85 % ånyo undersöks för att få en bedömningsgrund för eventuella förbättringsåtgärder. En förteckning över sådana anläggningar återfinns nedan.

## ANLÄGGNINGAR MED TILLGÄNGLIGHETSTAL 1 UNDER 85 % OCH VÄRMEEFFEKT STÖRRE ÄN 100 kW:

<u>Värmekälla</u>	<u>Ort</u>	<u>Tillg., %</u>	<u>Effekt, kW</u>
Uteluft:	Eskilstuna	64	4200
	Varberg	75	1000
	Kungälv	60	3000
	Täby	60	110
	Söderköping	60	116
	Mariefred	82	175
Ytjord:	Malmö	(lågt)	350
	Ö. Grevie	82	268
	Härryda	59	200
Akviifer-Gruva:	Falun	64	1100
	Norberg	68	545
Avlopp:	Falun	70	1350
	Boden	77	156
Ytvatten:	Visby	70	10700
	Motala	65	4500
Grundvatten:	Bjärred	84	1200
Övriga:	Skövde	40	340
	Alingsås	68	127

Ovan har nämnts anläggningar som bedöms ha alltför låg tillgänglighet och därför borde undersökas i första hand. Dessutom förekommer dock kommentarer i rapporteringen, som tyder på att förbättringar i redan acceptabelt fungerande anläggningar sannolikt kan göras med relativt enkla medel. Det vore därför rimligt att ett generellt erbjudande om viss rådgivning kunde tillställas alla projektledningar.

BFR kunde förslagsvis via dess värmepumpgrupp, förmedla lämpliga kontakter med extern expertis och medverka till att smärre ombyggnader kom till stånd där så befinns lämpligt.

Ett förslag till särskilt åtgärdspaket kunde sedan utarbetas för anläggningarna. Vissa åtgärder kan säkerligen bli ekonomiskt välmotiverade särskilt med tanke på det betydande kapital som finns bundet i anläggningarna.

## 5 FoU-VÄRDE

### 5.1 GENOMFÖRD VERKSAMHET

Sverige har under ett tiotal år haft förutsättningar, vad gäller el-oljepriser, för en fungerande marknad för eldrivna värmepumpar. Oljeersättningen har prioriterats från statsmakterna och satsningarna på att utveckla system och komponenter inom området värmepump-teknik har varit betydande.

Vid introduktion av ny teknik finns alltid risker för fel och brister genom att konstruktörer, installatörer m fl inte besitter tillräcklig kunskap och erfarenhet. En marknadsintroduktion torde därför ha varit svår om inte BFR:s experimentbyggnadsverksamhet banat väg, skapat demonstrationseffekter och bidragit till teknik-utveckling och kunskapsuppbyggnad. Det stora flertalet personer som idag är verksamma inom området värmepumpsteknik, har på olika sätt medverkat i den av BFR stödda FoU-verksamheten och på så sätt fått möjlighet att utveckla både tekniken och det personliga kunnandet till gagn för branschen. Det kan utan överdrift sägas att Sverige intar en framträdande position inom teknikområdet och en samverkan av olika faktorer, där BFR:s verksamhet utgör en viktig del, har medverkat härtill.

ExoD-anläggningarna som översiktligt redovisats i denna rapport utgör en provkarta på olika idéer och tekniska lösningar där somt har visat sig positivt och annat mindre lyckat.

Gemensamt är dock att de utgör en viktig länk till ännu effektivare och mer verklighetsanpassade system. Det vore därför något felaktigt att betrakta alla ExoD-anläggningar som det yttersta tekniken kan prestera. Snarare representerar de en utvecklingsfas på vägen till optimala och tillförlitliga lösningar.

Den genomförda experimenbyggnadsverksamheten har otvivelaktigt givit ett betydande bidrag till utvecklingen även om inslagen av egentlig forskning varit av mycket begränsad omfattning.



## 5.2 FRAMTIDA FoU-INRIKTNING

Konkurrensläget för värmepumpar har som bekant dramatiskt förändrats under de senaste åren. Det kraftiga oljeprisfallet har följts av en stor osäkerhet kring elsituationen framöver. Tidigare har oljereducering varit ett uttalat mål men diskussioner om elproduktion och elpriser har dominerat efter kärnkraftsolyckan i Sovjet.

Det är sannolikt så att elersättning på sikt får ökad betydelse vilket måste beaktas vid utformning av FoU-verksamheten i framtiden.

Högre värmefaktorer har vid elersättning - bättre utnyttjande av elenergin - större vikt än vid oljeersättning och FoU-insatser med detta syfte kan därför vara motiverade.

Det har tidigare nämnts att tillgängligheten hos de undersökta anläggningarna ofta varit låg och att öad komplexitet i syfte att öka värmefaktorn i realiteten ofta medfört försämrat totalresultat. Denna motsättning måste observeras så att inte den s k "ingenjörssjulgranen" gynnas i ambitionen att nå bättre resultat.

Det kan också förmodas att det framgent kan bli aktuellt med s k kombinationssystem, alltså blockcentraler för såväl värme som el där någon typ av värmepump kan ingå som en del.

Behov av ytterligare experimenbyggande för att pröva eller demonstrera den konventionella tekniken föreligger inte idag. I samband med förbättringar av befintliga anläggningar bör ges plats för FoU-betonad verksamhet i form av systematiska analyser av komponenter och system. En uppföljning av i denna rapport redovisat material kan härvidlag vara av värde.

Sammanfattningsvis föreslås följande inriktning för FoU-verksamheten:

- systematiska system- och komponentstudier som underlag för forskning och teknisk utveckling
- åtgärder i syfte att begränsa riskerna för framtida köldmedieförluster från i första hand större befintliga värmepumpanläggningar
- process- och systemutveckling särskilt med beaktande av samtliga miljöfaktorer
- värmepumptillämpningar inom idag okonventionella områden såsom exempelvis för värmeåtervinning i samband med rening av rökgaser från förbränningsanläggningar
- allmänna studier för att belysa värmepumpsteknikens möjligheter i tänkbara energiförsörjningssystem i framtiden
- värmepumpar för elvärmda hus
- värmepumpar med förbränningsmotordrift.

Göteborg i januari 1988



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870291-4  
från Statens råd för byggnadsforskning till Energiprojekt  
T. H. AB, Göteborg.

R64: 1988

ISBN 91-540-4918-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708064

Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer

Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm

Cirka pris: 33 kr exkl moms